no abs

UNIVERSITÀ DI PISA
ISTITUTO DI PATOLOGIA VEGETALE
E DI MICROBIOLOGIA AGRARIA E TECNICA
OSSERVATORIO REGIONALE DI FITOPATOLOGIA

260

O. VERONA

Aspetti patogenetici del fattore nutrizionale nei vegetali

Estratto dal volume *Atti della Società Italiana di Patologia,*
Vol. II - 1951 - Parte I.

COMMONWEALTH MYCOLOGICAL INSTITUTE
5 DEC 1951

ISTITUTO PER LA DIFFUSIONE DI OPERE SCIENTIFICHE - MILANO

1ª *RELAZIONE*

ASPETTI PATOGENETICI DEL FATTORE NUTRIZIONALE NEI VEGETALI

di
ONORATO VERONA

(dall'Istituto di Patologia vegetale e Microbiologia agraria e tecnica della Facoltà di Agraria dell'Università di Pisa)

Signor Presidente, Chiar.mi Colleghi,

anzitutto desidero esprimere al Consiglio di Presidenza della Società il più vivo ringraziamento per avere affidata alle mie conoscenze, forse troppo limitate, la Relazione di Patologia Vegetale. Nello stesso tempo desidero esprimere il rammarico che il Prof. C. Sempio, al quale era stata affidata una parte del tema, sia stato costretto, per intervenuti impegni, a rinunciare ad ogni collaborazione. Ciò ha reso arduo più di quanto non lo fosse il mio compito, tanto che subito debbo giustificarmi per ogni eventuale deficienza.

Esprimo per altro il mio compiacimento che il tema che sto per svolgere possa essere eseguito anche da chi, pur non coltivando ex-professo gli studi di Patologia Vegetale, comunque si interessa allo studio del fatto patologico.

D'altronde, mi sovvengono le parole di PASTEUR: « La Science est une, et c'est l'homme seulement qui, en raison de la faiblesse de son intelligence, y établit des catégories ».

* * *

L'argomento in oggetto — come il titolo della Relazione informa — si riferisce agli aspetti patogenetici del fattore nutrizionale nei vegetali. Un argomento, quindi, assai vasto e tale da non poter essere esaurito in una Relazione per sua natura sommaria e sintetica.

Ebbene: il concetto che un turbato equilibrio alimentare possa essere responsabile, tra l'altro, della insorgenza del fatto morboso, è un concetto che, in Patologia Vegetale, ha assunto grande importanza in questi ultimi tempi. Per lo addietro ogni più diligente attenzione veniva rivolta ai morbi di natura parassitaria. Per la verità, non senza infondata giustificazione giacchè era l'epoca nella quale esplodevano e si diffondevano i più gravi morbi lasciandoci, in quel loro primo apparire, sgomenti e impotenti.

Era anche, quello, il periodo che più direttamente risentiva del grandioso progresso della parassitologia. D'altra parte ancora, il non generalizzato uso delle sostanze fertilizzanti limitava i problemi — compreso quello fitosanitario — connessi alla nutrizione vegetale.

Anzi, fu proprio a seguito dell'estendersi dell'uso dei fertilizzanti che questi problemi si imposero come continuano ad imporsi. E risultò che agli effetti della produzione — e non solo quantitativa, ma anche qualitativa — gli alimenti somministrati alle piante potevano essere eccedenti oppure, e più spesso, deficienti o anche e più semplicemente non confacenti. Si noti che l'attenzione maggiore fu rivolta da principio (e non poteva essere diversamente) agli elementi biogeni detti fondamentali: in particolare all'azoto, al fosforo, al potassio; a questi, ma non sempre, seguiva il calcio, il ferro, il magnesio. Solo più tardi l'attenzione fu rivolta agli altri elementi ossia a quelli che, per trovarsi solo in tracce nelle ceneri dei vegetali e per essere richiesti in veramente ridotte quantità, oggi si chiamano — per seguire la dizione di Hoagland — elementi micronutritivi. Forse, primo tra questi, fu il manganese a seguito degli studi di Gabriel Bértrand sulle proprietà biologiche di questo elemento; poi, fu il rame, il boro, lo zinco per finire, attraverso altri, al molibdeno. La necessità — anche e sopratutto sul piano tecnico — che le piante disponessero di questi elementi micronutritivi è stata, invero, assai discussa; ma oggi tale necessità ha raggiunto la piena dimostrazione anche se molti aspetti rimangono da indagare in ordine a quello che è o si pensa sia il loro ufficio biologico.

Il fattore nutrizionale può dunque essere fattore di patogenesi. Ma qui è necessario chiarire il valore che noi intendiamo attribuire a questa espressione: giacchè essa non solo assume valore rigorosamente biologico, ma anche — per estensione di concetto — valore agronomico. In altri termini: ha valore biologico quando, accompagnato da caratteristiche manifestazioni, insorge lo stato di malattia; ha valore agronomico quando, pur non insorgendo specifiche manifestazioni tali da giustificare lo stato di malattia, si ha pur sempre danno: nel primo caso si può giungere fino alla perdita del soggetto; nel secondo, il danno si arresta alla minore resa quantitativa o qualitativa. Vero è che anche tale secondo aspetto poggia su basi biologiche in quanto la minore resa è necessariamente il riflesso di un turbato o, nei casi più semplici, rallentato metabolismo.

Le turbe nutrizionali sono il riflesso, dunque, dell'*eccesso* come del *difetto* di uno o più elementi o anche della somministrazione di un elemento in *non adatta combinazione*.

Il primo caso — l'*eccesso* — è quello che meno interessa la patologia anche perchè, in pratica, è scarsamente frequente; d'altra par-

te gli effetti patologici che ne conseguono non sembrano rivestire singolare rilievo a meno che non si tratti di ioni capaci, in elevata dose, di manifestare azione tossica oppure impedire o limitare l'assorbimento di altri utili elementi. Ove non si verifichino tali circostanze la inutilizzazione dell'elemento da parte della pianta esula da ogni considerazione biologica per assumere, nel caso, veste economica.

Assai più frequente (e pertanto più interessante) è invece il caso della *deficienza*. Ma qui occorre rilevare che lo stato di carenza può verificarsi indipendentemente dalla mancanza effettiva dell'elemento anche quando, cioè, l'elemento trovasi presente nel mezzo. Giacchè pur presente nel mezzo, l'elemento può non essere utilizzato dalla pianta in quanto: o trovasi in forma insolubile o comunque non assimilabile; o tale può divenire per la presenza di altri elementi; o, infine, per minorate condizioni dell'apparecchio assorbente. Esiste quindi una carenza effettiva ed una carenza che altra volta ho creduto poter definire come *carenza dipendente o conseguente*.

Finalmente può verificarsi che un elemento venga somministrato in forma poco o *non confacente*. Quest'ultimo caso oltre ad assumere aspetti biologici assume — e talvolta con maggiore evidenza — aspetti agronomici: almeno, per quel tanto che la non copiosa sperimentazione informa.

Qui varrà la pena di portare qualche esempio.

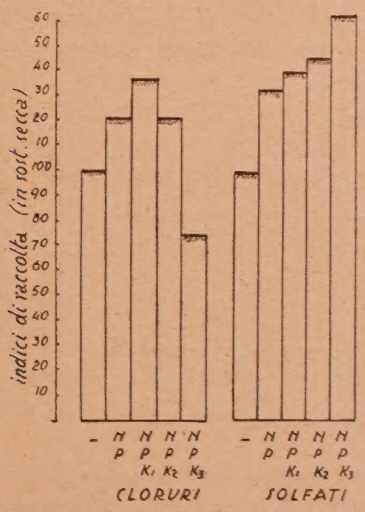


Fig. 1 - L'esperienza dimostra che il potassio, somministrato a piante di lino sotto forma di solfato o di cloruro, esercita diversa influenza sull'entità del raccolto. (C. Brioux e E. Jouis: *Annales Agronomiques*, 1939).

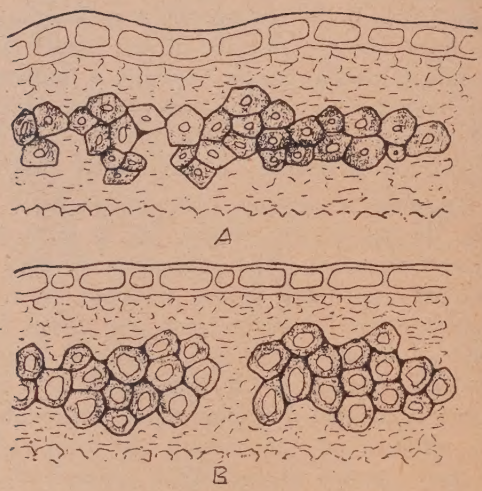


Fig. 2 - A), N.P.K. (solfati): fibre a parete spessa e a piccolo lume; fasci compatti. B), N.P.K. (cloruri): fibre a parete sottile e a lume grande; fasci fibrosi meno solidi. (C. Brioux e E. Jouis: *Annales Agronomiques*, 1939).

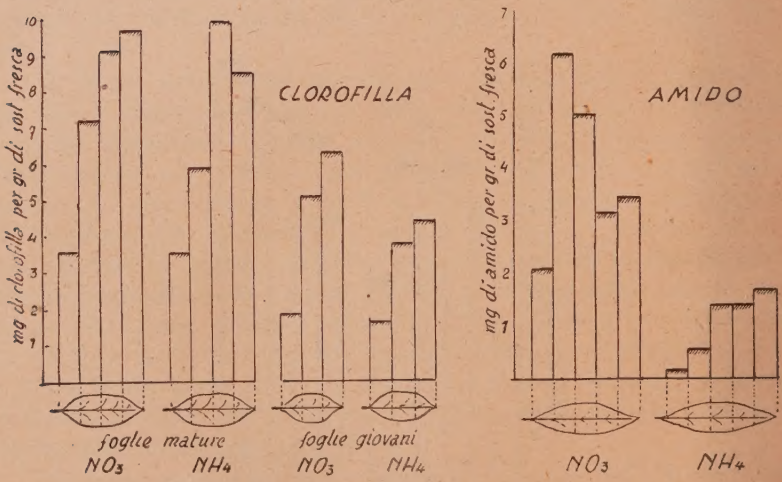


Fig. 3 - Influenza dell'N-nitrico e dell'N-ammoniacale sul contenuto in clorofilla e acido in Ananas comosus (L.) Merr. (C. P. Sideris e coll.: *Plant Physiology*, 1947).

Brioux e Jouis, nel 1939, studiarono sul lino, comparativamente, l'azione dei sali azotati e potassici somministrati sotto forma di cloruri o di solfati. Osservarono questi Aa., con particolare riguardo al potassio, che questo, qualora venga somministrato sotto forma di solfato, incrementa per dosi crescenti la produzione dando piante provviste di fibre a parete spessa e piccolo lume, quindi fasci di fibre compatte. Se somministrato sotto forma di cloruro, dosi crescenti incidono invece negativamente sulla produttività mentre le cellule fibrose delle piante si presentano con pareti sottili e a lume più grande; cioè con fasci fibrosi che perdono in rigidità e solidità. Ecco desumersi che non è indifferente, per il lino, somministrare potassio in una od in altra combinazione; e siccome il risultato agronomico e tecnologico da conseguire è quello di una *più* elevata produzione di fibre che siano resistenti, ma nello stesso tempo soffici, occorrerà che questo elemento si trovi a disposizione delle piante, in giusto equilibrio, sia sotto forma di solfato, che di cloruro. (Fig. 1 e 2).

E' noto che ottime sorgenti di azoto sono, per le piante, i sali dell'ammoniaca e i sali dell'acido nitrico. Ma l'azione degli uni equivale all'azione degli altri? Non sembra. Sideris, ad es. ha eseguito nel 1947 numerose ricerche sull'azione dei nitrati e dei sali ammonici su piante di ananasso. E' risultato che i sali nitrici attivano il metabolismo glucidico, indice di un maggior contenuto in clorofilla e in amido; che gli stessi incidono sul metabolismo protidico avendosi minore accumulo di azoto amidico. Finalmente, in presenza di nitrati, sembra risultare maggiore anche il contenuto in acido ascorbico. (Fig. 3, 4, 5).

Ma gli stessi nitrati hanno tra loro azione comparabile? Mi riferisco sempre ad esperienze recenti e cito, anche se dirette ad altro scopo, le ricerche di Lehr, sullo spinacio, ricerche che noi stessi si è avuto modo di controllare e anzi di estendere a piante di tabacco. E' stato visto che, almeno nelle condizioni sperimentali realizzate, ben diversi risultati si ottengono, come le fotografie illustrano, a seconda che si usi nitrato di sodio oppure nitrato di calcio. (Fig. 6 e 7).

Va da se che tutto ciò deve essere considerato nel quadro delle possibili molteplici interazioni che si stabiliscono tra i diversi elementi e ciò non solo in sede elaborante (pianta), ma anche e prima ancora in sede pedologica (terreno). E' così che uno stato perfetto di equilibrio nutrizionale è praticamente ben difficile a realizzarsi stante l'inserirsi di troppe variabili nella definizione del processo. Da una parte la pianta, con esigenze che variano da specie a specie, da varietà a varietà, da razza a razza; dall'altra il terreno con la sua

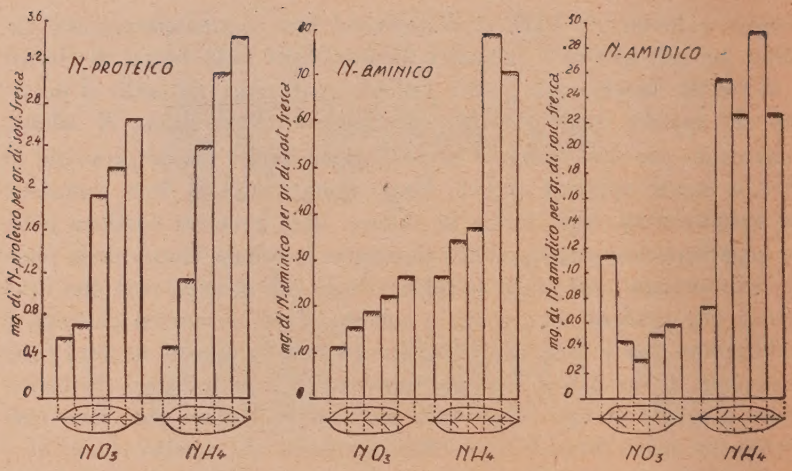


Fig. 4 - Influenza dell'N-nitrico e dell'N-ammoniacale sul metabolismo protidico di *Ananas comosus* (L.) Merr. (C. P. Sideris e coll.: *Plant Physiology*, 1947).

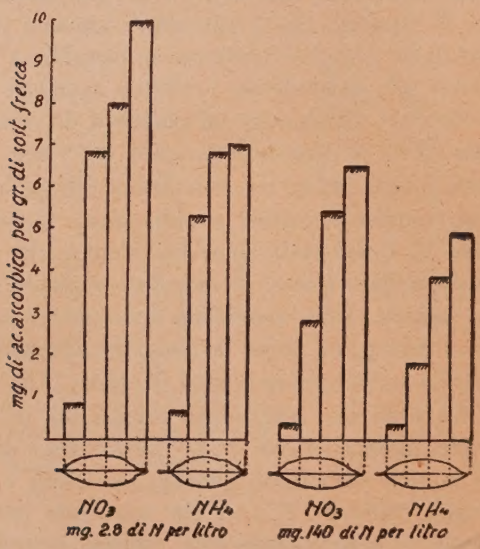
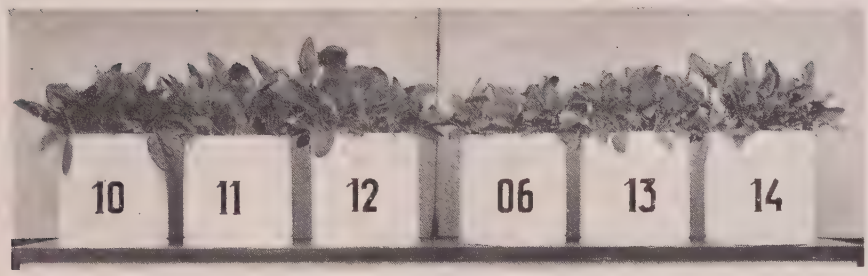


Fig. 5 - Influenza dell'N-nitrico e dell'N-ammoniacale sul contenuto in ac. ascorbico in *Ananas comosus* (L.) Merr. (C. P. Sideris: *Plant Physiology*, 1947).



N sotto forma di $NaNO_3$ *N sotto forma di* $Ca(NO_3)_2$

Fig. 6 - Esperienza dell'A. in ripetizione di analoga esperienza di LEHR (*Plant and soil*, 1949). E' dimostrata la diversa influenza, su piante di spinacio e relativamente alle condizioni sperimentali realizzate, del nitrato di sodio e del nitrato di calcio.

Fig. 7 - Come l'esperienza precedente su piante di tabacco (in 07-09 nitrato di sodio; in 16-18 nitrato di calcio).

facies pure singolarmente mutevole in rapporto allo stato fisico, chimico, biologico; dall'altra ancora il clima, soprattutto in relazione al regime idrico; dall'altra e finalmente le caratteristiche agronomiche e tecnologiche che l'uomo richiede alle piante che coltiva.

Vero è che i limiti entro i quali si stabilizza l'accennato equilibrio sono limiti assai ampi. Ma è altrettanto vero che, oltrepassati tali limiti, la pianta viene a risentire più o meno evidente danno: insorge, in altri termini, il fatto patologico.

* * *

Continuando, si osserva che tale fatto patologico si estrinseca con turbe a base anatomica come a base fisiologica.

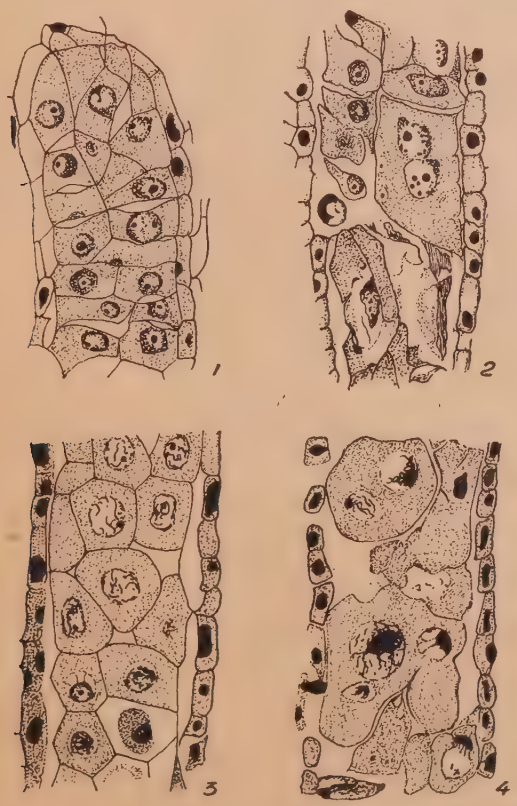


Fig. 8 - Alterazioni di ordine citologico. 1-2, antere di Grano: 1 normale, 2 in carenza di boro; 3-4, antere di Avena: 3 normale, 4 in carenza di boro. (M. Löhnis, 1940).

Le turbe a *base anatomica* includono tre ordini di processi: progressivi, regressivi, degenerativi.

I primi sono, per la verità, i meno frequenti; più frequenti, invece, sono i processi regressivi rappresentati, nei loro momenti più significativi, dalle atrofie, dalle ipoplasie o dalle ipotrofie. Mentre i primi sono la conseguenza di un eccesso alimentare, i secondi sono di norma il riflesso di uno stato di carenza, soprattutto di carenza quantitativa. I processi degenerativi interessano sia l'eccesso che il difetto di alimento: essi più da vicino traducono il turbato metabolismo cellulare con perdita di sostanze o con formazione di sostanze in quantità superiore alla norma (degenerazione pectica di membrane, suberosi, accumolo di antociani, ecc.).

Ma esaminiamo con maggiore dettaglio — se pure rapidamente — le alterazioni di ordine citologico ed istologico.

Le *alterazioni citologiche* interessano tutte le parti della cellula ad incominciare dalla membrana la quale ora si inspessisce, ora si assottiglia, ora va incontro a fenomeni degenerativi (es. degenerazione pectica). Ma le alterazioni più interessanti e talvolta anche profonde sono quelle relative ai cloroplasti, al condrioma, all'apparato vacuolare. La riduzione come la disintegrazione dei cloroplasti e la loro conseguente o meno agglutinazione è uno dei fenomeni più generali, così bene rilevabile anche all'esterno e che caratterizza quello stato di clorosi che così spesso accompagna tutte le turbe a base nutrizionale. Dal punto di vista istotopografico tali alterazioni interessano ora in modo diffuso tutte le cellule del mesofillo; ora solo le aree internervali rimanendo integri i cloroplasti nelle cellule adiacenti le nervature; ora interessano solo particolari zone sì che, in tale ultimo caso, le foglie appaiono come mosaicate.

L'apparecchio mitocondriale — ove esso si presenti come filamenti uniformemente ripartiti nel citoplasma — si modifica in modo da apparire sotto forma di condrioconti non ulteriormente evolventisi. I mitocondri plastogeni difatti invece di evolversi in cloroplasti si arrestano nello sviluppo; e non è difficile che vadano incontro a degenerazione grassa. Talvolta invece si allungano, talaltra assumono forma spiralata, talaltra ancora tendono ad agglutinarsi in una determinata regione del citoplasma originando una specie di reticella rifrangente a causa forse di un eccessivo accumulo di lipoidi, ed anche facilmente colorabile, costituente una particolare formazione che può considerarsi omologa alle inclusioni che si rinvengono nelle cellule affette da virus.

Non meno profonde sono le modificazioni dell'apparato vacuolare. Con riferimento al territorio cellulare interessato si osserva così la dispersione della soluzione vacuolare in minute goccioline in seno al citoplasma con aumento di superficie di contatto, indice di attivazione dei processi respiratori e alterazione del coefficiente di ossiriduzione.

Le *modificazioni istologiche* si risolvono, ben spesso, in apoplasie, più di rado in ipertrofie, alle quali si accompagnano meno marcati processi di differenziazione. Verificandosi ipoplasie si hanno in conseguenza riduzioni morfologiche quali possono essere, in tipico esempio, le cosiddette « rosette »: è citato, come caso espressivo, la rosetta del pesco dovuta a carenza di zinco. In particolare, alterazioni dei tessuti meristematici con riduzione, arresto o addirittura necrosi

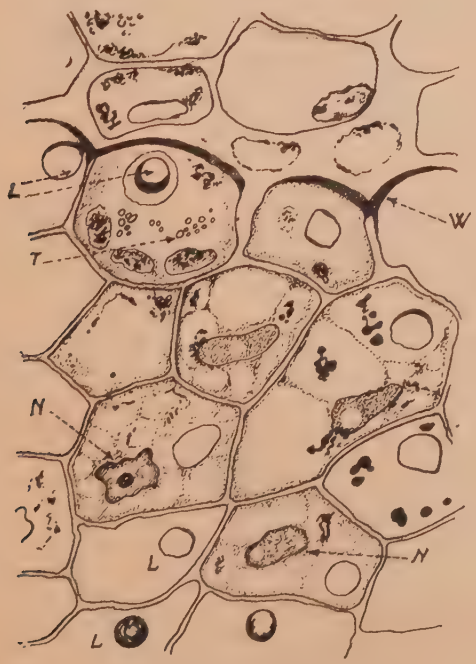


Fig. 9 - Sezione trasversale di foglia di Arancio in corrispondenza di lesioni causate da polverizzazione di solfato di zinco. W = Degenerazione pectica delle membrane delle cellule intorno alla tacca necrotica; T=tannino (probabilmente), L = precipitato di lecitina e di steroli nei vacuoli delle cellule; N = nucleo. (J. Dufrenoy e H. S. Reed: *Ann. Agronomiques*, 1934).

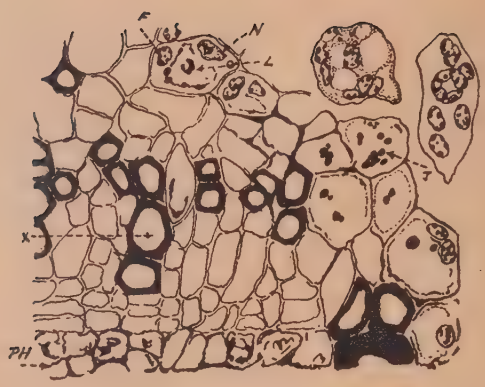


Fig. 10 - Sezione trasversa di nervatura di foglia di Arancio affetta da « mottle-leaf » (carenza di zinco). X = vasi legnosi separati da raggi midollari anormalmente larghi; PH = libro formato da cellule in parte necrotizzate e da elementi con pareti mostranti degenerazione pectica; N = nucleo; L = lecitina; F = globuli di olio nei plasti. La fissazione a mezzo di soluzione cromo-osmica ha preservato i precipitati fenolici(T) che sono anormalmente abbondanti nei vacuoli delle diverse cellule e i globuli grassi abbondanti nei plasti. (J. Dufrenoy e H. S. Reed: *Ann. Agronomiques,* 1934).

si hanno per es. in carenza di boro; parenchimatosi in sede fogliare si ha per eccesso di alogeni; riduzione del sistema fibro-vascolare si ha in carenza di fosforo; riduzione, finalmente, dei tessuti meccanici in carenza di potassio.

In sede fisiologica. Qui le alterazioni possono essere di varia natura giacchè non solo può venire direttamente minorata la funzione sulla quale un determinato elemento si porta, ma sì anche può risultare turbato il normale generale metabolismo.

Più evidenti sono le turbe che si connettono al processo assimilatorio; vuoi per deficienza di pigmento clorofilliano e quindi minorata efficienza dei cloroplasti, vuoi per un loro minor numero dovuto ad arresto del processo evolutivo dei mitocondri plastogeni, oppure per disintegrazione di quelli già formati.

Turbe respiratorie non sono meno frequenti. A tutto ciò possono accompagnarsi variazioni del tasso acidimetrico e, con effetti veramente degni di attenzione, gravi perturbazioni delle attività enzimatiche con conseguente minore formazione o migrazione dei carboidrati come dei composti azotati per arresto o reversione dei sistemi di sintesi. In definitiva turbato metabolismo carboidrato e proteico.

Ne risultano variazioni sensibili nella composizione base della

pianta: aumento o diminuzione di ceneri; in queste, alterato rapporto tra anioni e cationi; nell'ambito di quest'ultimi, alterato rapporto tra metalli monovalenti e bivalenti; quindi, minore o maggiore accumulo di amido, di cellulosa, di emicellulose, di zuccheri, di acidi; quindi ancora minore o maggiore accumulo di proteine oppure di azoto aminico, amidico o anche minerale.

Devo aggiungere che particolarmente sensibili appaiono tali variazioni quando l'analisi si porti sopra determinati costituenti: per es.

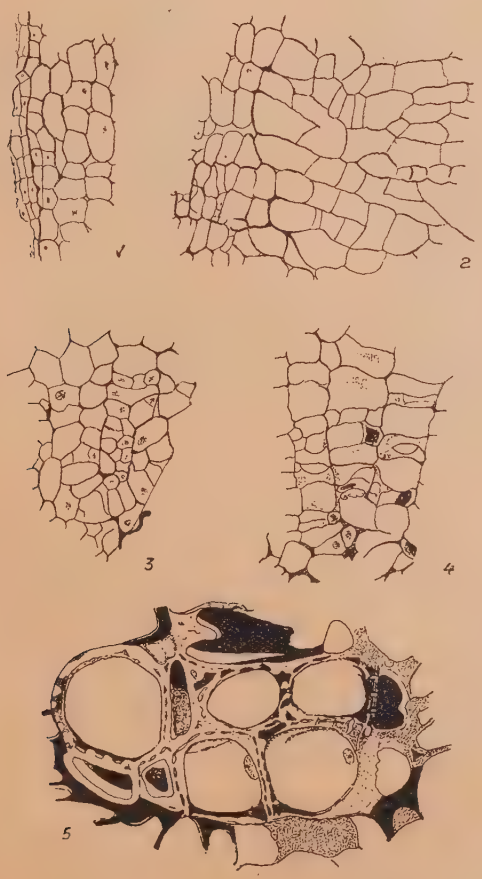


Fig. 11 - 1-2, Sezione di periderma normale (1) e Bo-carente (2) in Rape; 3-4, sezione di tessuto vascolare normale (3) e Bo-carente (4) in Rape; 5, Sezione di tessuto xilematico in pianta Bo-carente. (M. Löhnis: 1940).

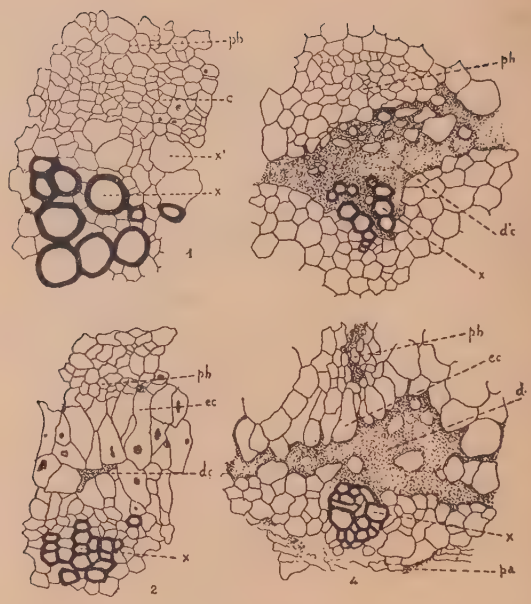


Fig. 12 - Aspetti istologici dello stelo di piante di *Vicia Faba*. L. allevate in presenza (I) od in assenza di boro: *pa*, disintegrazione del parenchima; *dc*, degenerazione e disintegrazione del cambio previo allargamento delle cellule; *dc'*, id. senza previo allargamento delle cellule; *e*, cambio; *ec*, allargamento delle cellule del cambio; *x*, xilema lignificato; *x'*, xilema non ancora inspessito; *ph'* floema. (K. Warington: *Ann. of Botany*, 1926).

sopra il carico vitaminico o allorquando si tratti di particolari composti formantisi a seguito di delicati e complessi processi di sintesi: è il caso, per es., delle piante elaboranti i cosidetti principi attivi (alcaloidi, glucosidi, essenze, terpeni, ecc.) come le piante aromatiche od officinali.

Insomma: la fisionomia chimica della pianta viene profondamente alterata; e qualche dato che abbiamo raccolto e che per brevità e più immediata intelligenza riportiamo in grafico ne dà sufficiente dimostrazione.

* * *

Ebbene, le accennate turbe di ordine anatomico come quelle di ordine fisiologico portano a *modificazioni strutturali e di forma* tali da ripercuotersi sia sui singoli organi che sul generale aspetto e portamento della pianta.

Breve e sommaria analisi: le radici, in stato di carenza, si allungano; se non si allungano, allora mentre la radice principale atrofizza prendono origine numerose esili ramificazioni laterali (carenza di calcio). Frequente ne è l'imbrunimento (carenza di boro).

Il fusto, in eccedenza di alcuni elementi si allunga; in caso di carenza invece si accorcia se non se ne arresta lo sviluppo per la morte della gemma terminale; sempre in stato di carenza si può determinare apomorfosi (rosettismo) mentre è possibile accumulo di antociani o il formarsi di aree necrotiche.

Sulle foglie le manifestazioni più evidenti sono rappresentate da decolorazioni totali o anche parziali, nel quale ultimo caso possono interessare gli apici oppure i margini, essere a mosaico, internervali, ecc. Atrofie, riduzioni dimensionali, arrotolamenti apicali o marginali, curvatura e distorsione dell'asse principale sono tutti fatti possibili. Frequente e, nella maggior parte, conseguente è, finalmente, la formazione di necrosi, ora apicali, ora marginali, ora distribuite a macchie sulla superficie del mesofillo.

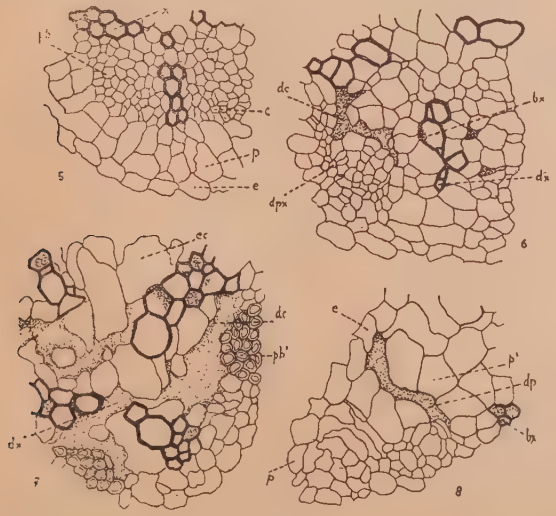


Fig. 13 - Aspetti istologici della radice di piante di *Vicia Faba* L. allevate in presenza (5) o in assenza di boro. 5. (struttura normale): *c*, cambio; *ph*, floema; *x*, xilema lignificato; *p*, periciclo; *e*, endoderma. 6. *dc*, degeneraz. delle cellule del cambio; *bx*, tracheidi; *dpx*, floema disorganizzato; *dx*, xilema disorganizzato. 7. *ec*, allargamento delle cellule del cambio; *dc*, disintegraz. del cambio; *ph'*, fibre floematiche; *dx*, degenerazione dello xilema. 8. Sviluppo irreg. del periciclo: *p'*, cellule allungate; *p*, cellule piccole; *dp*, degeneraz. iniziale del periciclo; *bx*, traccia delle tracheidi; *e*, endoderma.

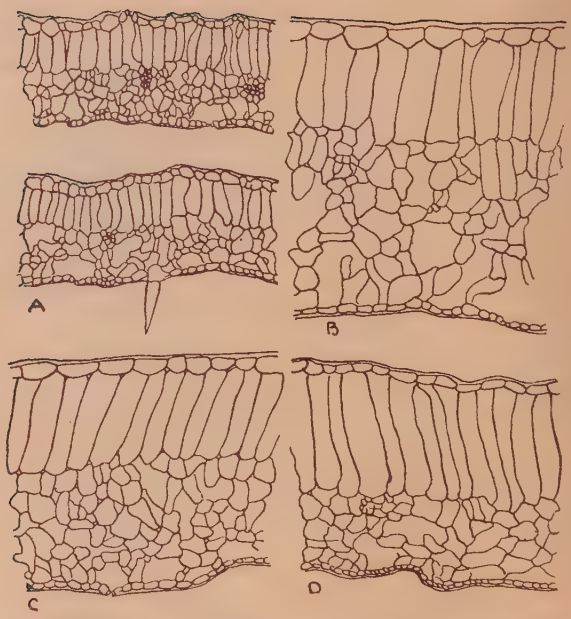


Fig. 14 - Effetti degli alogeni su foglie di tabacco. A, normale; B, C, D, trattate rispettivamente con Cl, Br, Fl. (L. B. Wilson: *Journal of Agricultural Research*, 1935).

Conseguenza ultima: filloctosí parziale o totale. In questo ultimo caso la ripresa della pianta è difficile e tale anormale defogliazione di poco precede la perdita del soggetto.

L'apparato riproduttivo partecipa anche al processo patologico; non sono difficili casi teratologici avendosi fiori senza stami o senza pistilli, oppure virescenti.

Infecondità o partenocarpia sono possibili. Possibile è nei semi la perdita del potere di germinazione o un rallentamento dell'energia germinativa.

I frutti finalmente possono presentare aree con tessuti esterni od interni degenerati (suberosi) o necrosati; oppure mostrarsi senza o con scarso pigmento ove normalmente siano colorati; oppure e ancora, deformi.

La vasta documentata casistica che si ha al riguardo ci dispensa da ogni esemplificazione di dettaglio.

* * *

Piuttosto, attraverso quanto è stato detto, emergono le reazioni e i sintomi che potrebbero apparire come caratteristici delle malattie

nutrizionali. Ma in realtà reazioni e sintomi sono, il più delle volte, aspecifici. Più esattamente le une, come gli altri, spesso si sovrappongono al quadro dato da alcune malattie infettive fatto particolare riferimento alle virosi. E qui, anzi, vien fatto di domandarci come mai fattori patogenetici così diversi diano quadri reattivi e sintomatologici tanto vicini da confondersi gli uni con gli altri. Si tratta forse di una scarsa reattività cellulare? L'ipotesi si può ritenere verosimile: perchè se in sede vegetale ai processi infettivi, quali sono quelli a virus, facessero riscontro, come in sede animale, processi infiammatori (indice di una reattività cellulare più differenziata) con tutta probabilità la ricordata sovrapposizione di effetti non si verificherebbe. E' però anche suggestivo pensare che i diversi determinanti patogenetici

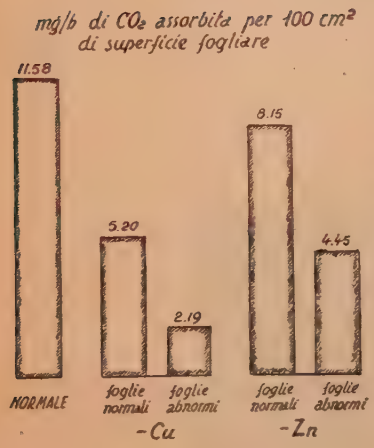


Fig. 15

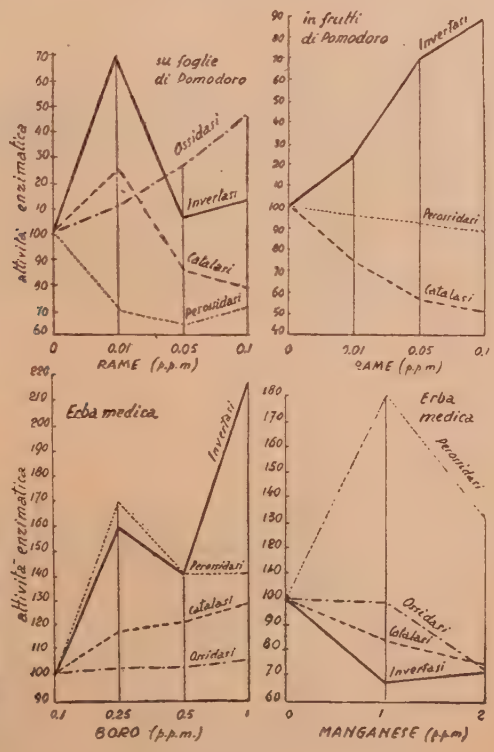


Fig. 16

Fig. 15 - Influnza della Cu- e Zn-carenza sull'assorbimento della CO (J. Arnaud e altri: *Plant Physiol.*, 1946).

Fig. 16 - Influenza del rame, boro, manganese sull'attività enzimatica in Pomodoro ed Erba medica. (L. F. Bailey e J. S. Mc Hargue: *Plant Physiology*, 1944).

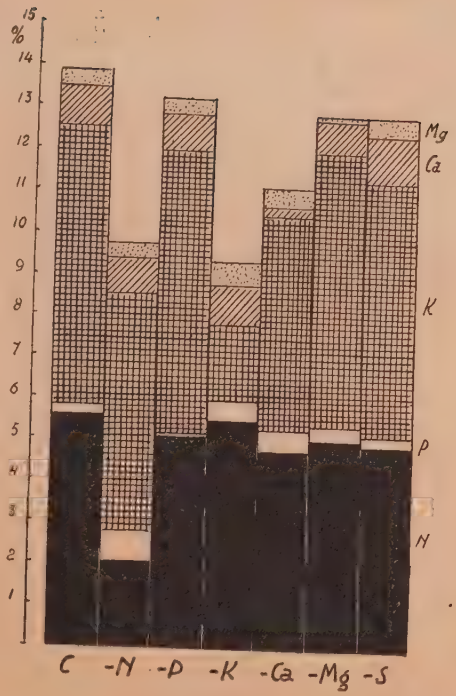


Fig. 16

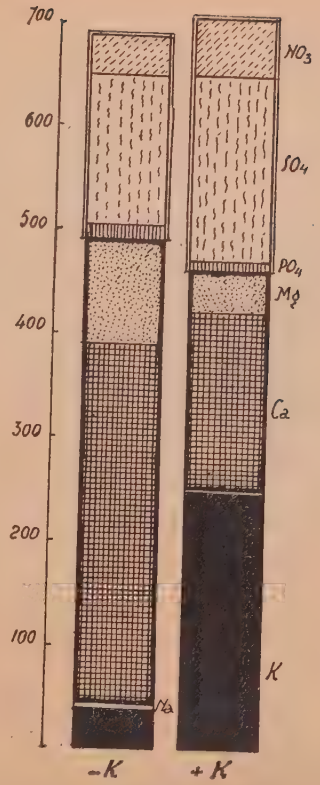


Fig. 17

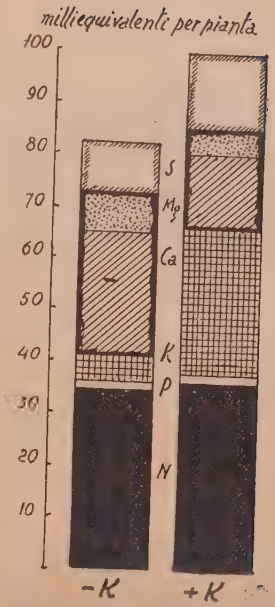


Fig. 18

Fig. 17 - Effetti di alcune carenze minerali sulla composizione chimica delle piante di Avena. (A. Stanley e coll.: *Plant Physiology*, 1947).

Fig. 18 - Effetti del difetto e eccesso di K sul rapporto cationi + e cationi ++ e sul rapporto anioni —; cationi + in *Parthenium argentatum* (A. Gray, B. J. Cooil: *Plant Physiology*, 1948).

Fig. 19 - Effetti del difetto e eccesso di K su di alcuni costituenti in *Parthenium argentatum* (A. Gray. B. J. Cooil: *Plant Physiology*, 1948).

abbiano in comune un meccanismo di azione se non analogo molto vicino.

L'esposto riferimento lascia intendere come la *diagnosi delle malattie nutrizionali* sia, in Patologia Vegetale, particolarmente ardua. Se anche si riesce, infatti, e non sempre con immediatezza, ad escludere la causa parassitaria della malattia oppure possibili altre cause non parassitarie, difficile riesce, nella maggior parte dei casi, individuare con esattezza e sufficiente prontezza a quale elemento o a quali elementi si deve relazionare la malattia e se infine sia dovuta ad eccesso o difetto: in quest'ultimo caso se il difetto è poi reale oppure conseguente l'eccesso di altro od altri elementi. Le incertezze aumentano, quindi, allorquando si rifletta che il quadro sintomatologico può variare per un determinato elemento ed una stessa pianta con la diversa costituzione del terreno.

Con tutto ciò, avuto riferimento alle turbe da carenza, vengono date chiavi diagnostiche orientative alle quali, certo, non si può disconoscere un certo valore.

Ne riportiamo una, a carattere generale, come esempio.

Fig. 20 - Influenza del ferro sul metabolismo glucidico di *Ananas comosus*. (C. P. Sideris e H. Y. Young: *Plant Physiology*, 1944).

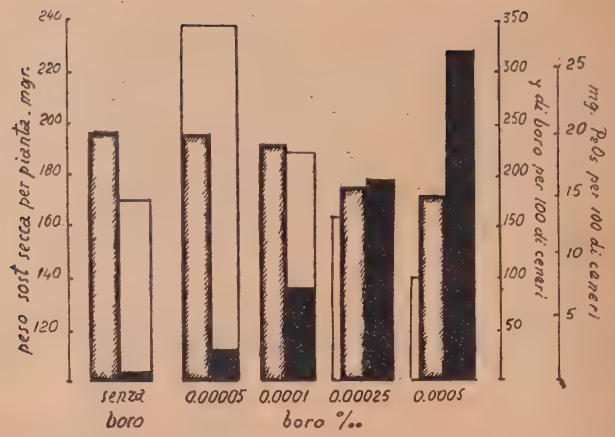


Fig. 21 - Produzione di s. secca per pianta (rett. bianco); quantità di PO_5) assorbita (rett. a tratto) e di boro (rett. nero) in piantine di fagiuolo coltivate in presenza o in assenza di boro: l'esperienza dimostra le interazioni tra boro e fosforo. O. Verona e C. Suriani: *Boll. Facoltà Agraria Pisa*, 1938. (Conferma di J. Georges e H. Malterre: *St. Agr. de Rech. Fertilisation*, 1939; T. T. Demidenko e V. P. Golle: *Khim. Sotsial. Zemled.*, 1940; K. A. Dmitriev: *Pedology* (russo), 1939).

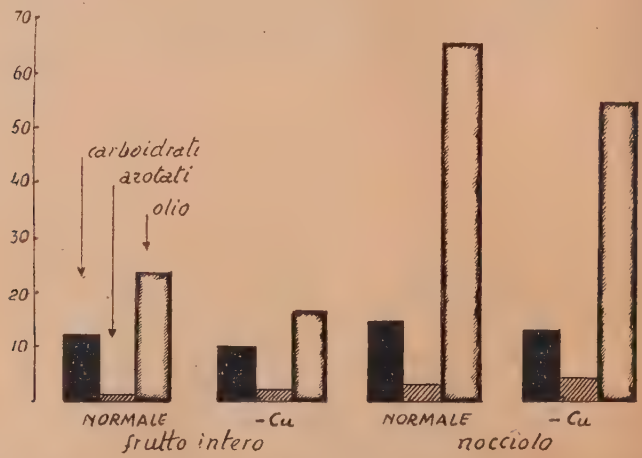


Fig. 22 - Contenuto in olio, in assenza di Cu. in frutti di *Aleurites fordii*, Hemsl. (G. Seymour e coll.: *Plant Physiology*, 1946).

Schema dei sintomi più evidenti delle malattie da carenza.

1° - *Sintomi che interessano tutta la pianta oppure localizzati nelle foglie più basse e più vecchie.*

A) Sintomi diffusi su tutta la pianta nonostante spesso interessino con ingiallimenti e necrosi le foglie più vecchie.

1 - Foglie color verde chiaro. Sviluppo stentato; nelle piante erbacee fusto sottile con nuovi getti deboli e scarsi. Foglie piccole, quelle basse un pò più gialle delle superiori. Il giallume è seguito da una colorazione bruna e quindi da morte e caduta delle foglie.

Carenza di azoto.

2 - Foglie verde più scuro. Sviluppo ritardato. Foglie vecchie talvolta gialle fra le nervature con tendenza ad assumere una colorazione porpora in corrispondenza del picciuolo. Caduta precoce.

Carenza di fosforo.

B) Sintomi generalmente localizzati sulle foglie più vecchie e più basse.

1 - Nelle foglie vecchie macchie di secco (necrosi) soprattutto all'apice e ai margini. L'alterazione inizia con un giallume ai margini e continua verso il centro; quindi gli stessi margini imbruniscono e si incurvano.

Carenza di potassio.

2 - Nelle foglie vecchie decolorazione diffusa (senza formazione di aree delimitate) che ha inizio all'apice e progredisce, discendendo, attraverso i margini e le nervature.

Carenza di magnesio.

2° - *Sintomi localizzati sulle nuove foglie.*

A) La gemma terminale rimane viva.

1 - Foglie clorotiche (gialle) tra le vene che rimangono verdi.

a) Assenza di aree necrotiche. (Nei casi molto gravi si ha però la morte dei margini fogliari e persino morte dei rami).

Carenza di ferro.

b) Aree necrotiche diffuse su tutta la superficie fogliare. La foglia assume un aspetto mosaicato ma le piccole vene rimangono verdi. Cattiva fioritura, debole sviluppo.

Carenza di manganese.

2 - Foglie verde chiaro, vene chiare, qualche aera necrotica. Prima o poi le foglie più vecchie muoiono.

Carenza di solfo.

B) Morte della gemma terminale.

1 - Foglie di color verde pallido, incurvate e arrotolate con possibili necrosi dell'apice e dei margini. Radici corte e ramificate che si decompongono facilmente.

Carenza di calcio.

2 - Foglie spesso deformate, a volte maculate, facili a distaccarsi; disturbi nella fioritura; radici corte, brune.

Carenza di boro.

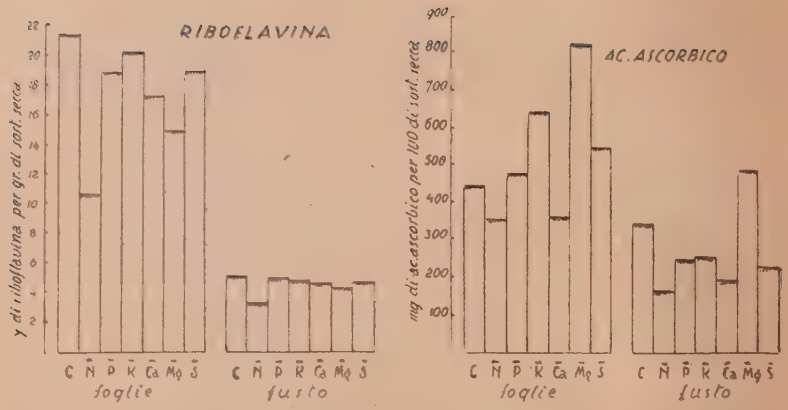


Fig. 23 - Effetti di alcune carenze minerali sul contenuto in riboflavina e ac. ascorbico in piante di Avena. (A. Stanley, Waston e G. R. Noggle: *Plant Physiology*, 1947).

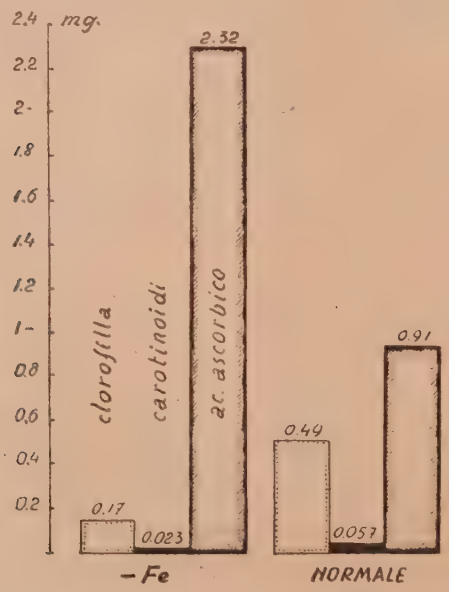


Fig. 24 - Influenza del Ferro sul contenuto in clorofilla, carotinoidi e ac. ascorbico in foglie di *Ananas comosus*. (C. P. Sideris e H. Y. Young: *Plant Physiology*, 1944).

Ma, dicevamo, il rilievo dei sintomi non dà che un semplice orientamento tanto che oggi si è imposto il problema di ricercare dispositivi diagnostici sussidiari capaci di portare a più sicuro accertamento. Molti cercano dare valore, ovviamente, all'analisi chimica del terreno oggi resa abbastanza agevole grazie all'elaborazione di metodi rapidi. Ma se tale analisi costituisce, almeno per gli elementi fondamentali, un'ottima guida, certo il suo valore si attenua quando si consideri che quello che occorre rilevare non è tanto o solamente la presenza di un certo elemento quanto — come altra volta è stato detto — la sua « disponibilità biologica »: e questo dato l'analisi chimica non è ancora in grado di poterlo fornire in modo sicuramente accettabile.

Più recentemente si è fatto ricorso alla ricerca diretta o, meglio dire, all'analisi della pianta, analisi che, per gli accorgimenti tecnici proposti, appare relativamente semplice e rapida. Si è fatto anche ricorso, finalmente, al modo di reagire delle piante alla somministrazione diretta e in adatta combinazione di una serie di elementi. Tale somministrazione viene fatta per via radicale, per iniezione, per aspersione della chioma oppure per mezzo di assorbimento fogliare. Quest'ultimo sistema conta già diverse modalità tecniche delle quali, assai nota, é — più o meno modificata — la tecnica di Roach. In sede sperimentale tali sistemi di assorbimento fogliare mostrano, non v'è dubbio, aspetti assai interessanti; ma praticamente mentre appare di una qualche difficoltà applicarli a tutte le piante, dall'altra anch'essi non danno una reazione immediata nè comunque più pronta di quella che non si ottenga fruendo dell'assorbimento radicale che al momento rimane preferibile anche perchè ci informa sull'efficienza dell'apparecchio assorbente.

* * *

I limiti posti alla presente Relazione non consentono ulteriori o comunque più dettagliate considerazioni.

Prima di chiudere conviene tuttavia far presente che i rapporti tra nutrizione e malattie non si esauriscono con quanto rapidamente è stato esposto.

Il fattore nutrizionale, infatti, agisce non solo direttamente, ma anche indirettamente in quanto capace di modificare le naturali proprietà di resistenza dell'ospite o anche capace di variare lo stato di virulenza del parassita (1).

Ne conseguono, a seconda dei casi, stati di maggiore recettività o

(1) Questa è la parte che avrebbe dovuto svolgere con maggiore competenza e maggiore illustrazione il Collega Prof. C. Sempio.

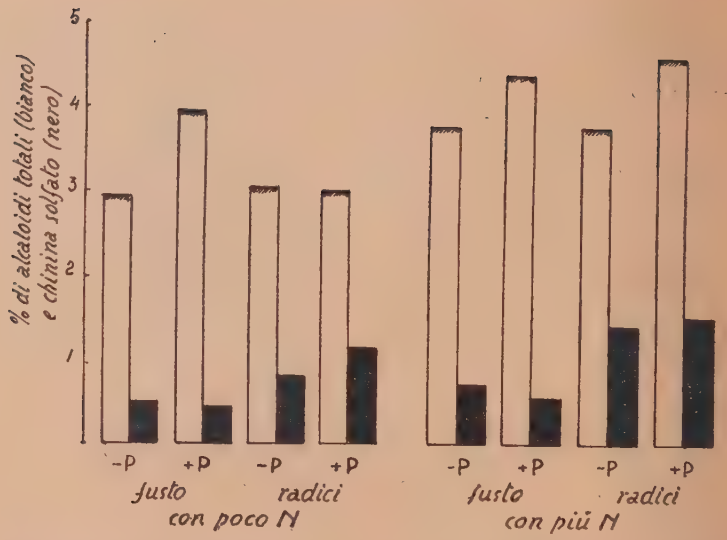


Fig. 25 - Influenza dell'azoto e del fosforo sui principi attivi di *Cinchona Ledgeriana*. (A. J. Loustalot e H. F. Winters: *Plant Physiology*, 1948).

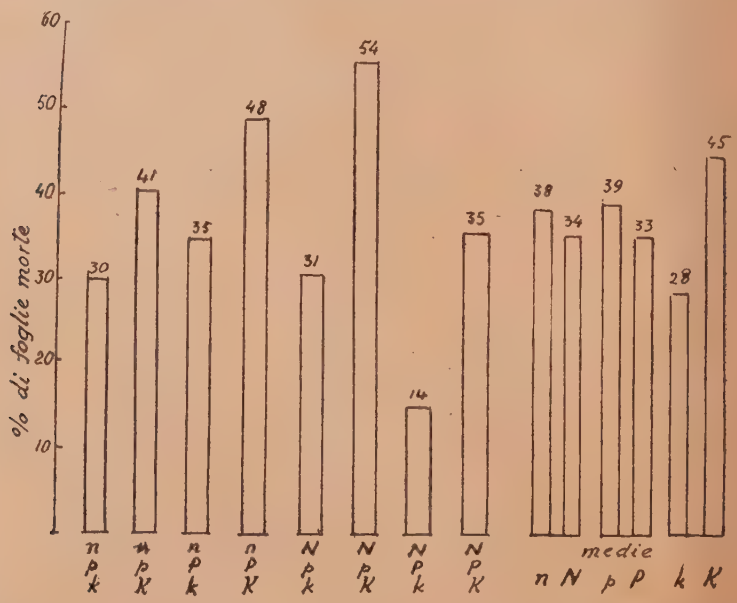


Fig. 26 - Influenza dell'azoto-fosforo-potassio sulla suscettibilità del Pomodoro agli attacchi di *Alternaria solani* (E. U. et S. Martin) L. R. Jones et Grort. N-n: molto o poco azoto; P-p: molto o poco fosforo; K-k: molto o poco potassio. (H. R. Thomasg *Journ of Agr. Research*, 1948).

di maggiore resistenza. E' chiaro che una qualsiasi minorazione citologica o tissurale, come una qualsiasi deviazione del metabolismo, renda la pianta più esposta agli agenti di natura infettiva; mentre all'opposto l'integrità cellulare, il maggiore sviluppo dei tessuti meccanici o di sostegno, uno stato di efficiente funzionalità, imprimeranno alla pianta una resistenza considerevole. D'altra parte regolando la natura della sostanza alimentare e l'epoca della sua somministrazione si può modificare in senso utile, riguardo ad una certa infezione, il ciclo vegetativo della pianta sì che la pianta stessa venga a trovarsi nel momento del possibile attacco più sviluppata e, quindi, meno suscettibile.

L'intervento del fattore nutrizionale nel giuoco della resistenza alle malattie parassitarie — senza ricordare i casi sufficientemente noti — deve considerarsi di grande momento, come da tempo vado sostenendo, nel tentativo di limitare se non prevenire le malattie sostenute da virus. Malauguratamente — forse per la mancata specificità degli agenti causali, forse per la loro facilità di trasmissione — queste fitopatie si fanno sempre più numerose producendo danni veramente incalcolabili. Malauguratamente ancora, esse ci trovano impotenti giacchè ogni intervento diretto è reso impossibile per la localizzazione intracellulare del principio infettivo. Conosciamo però la stretta dipendenza biochimica che lega tale principio alla cellula ospite; e se è accettabile l'idea — come si è inteso dimostrare — che il fattore nutrizionale modifichi l'ambiente metabolico intracellulare è chiaro come la moltiplicazione di questi « quid » infettivi ne risulti influenzata. D'altronde la stessa considerazione vale anche per altri parassiti, anch'essi non direttamente aggredibili quali possono essere, ad es., i funghi e i batteri tracheifili (1).

* * *

E avrei finito se la sede non mi suggerisse un'ulteriore considerazione che, pur non rientrando direttamente nel tema può, il tema stesso, interessare. Or è un anno, al I. Congresso Nazionale per l'Alimentazione a Napoli, Sabato Visco ha svolto una Relazione davvero esauriente avente per titolo « Agricoltura e Alimentazione in Italia ». Nella stessa Relazione è riportato quello che è il fabbisogno giornaliero energetico, protidico, minerale e vitaminico per la popolazione italiana in base alle raccomandazioni del « Food and Nutrition Board » e del « National Research Council » e quella che è la disponibilità, per abitante e per giorno, di alcuni principi nutritivi di produzione nazionale.

---

(1) In verità, al momento, contro questi ultimi agenti sono in prova sostanze antidote delle tossine da loro prodotte.

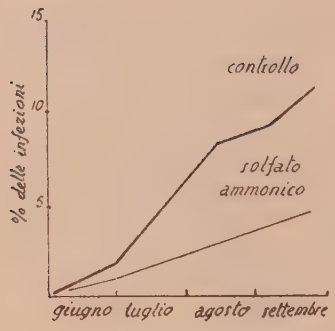


Fig. 27

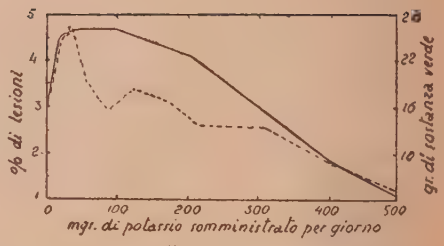


Fig. 28

Fig. 27 - Effetti del solfato ammonico sulle infezioni da *Sclerotium Rolfsii* su Barbabietola. (D. Lach e A. E. Davey: *Journ. of Agr. Sci.*, 1942).
Fig. 28 - Influenza del potassio sulla resistenza del Tabacco al mal del mosaico. (—— sviluppo; .... grado di suscettibilità). (da Spencer).

Dai quadri emerge — sono le conclusioni dello stesso Visco — che la produzione nazionale:

a) copre appena i fabbisogni energentici quando essi siano riferiti a 2535 calorie pro-capite al giorno;

b) copre il fabbisogno protidico, valutato a gr. 65,2 pro-capite, ma lo copre prevalentemente con protidi di origine vegetale e quindi di limitato valore biologico;

c) soddisfa le esigenze di protidi animali solo per il 33% rimanendone scoperto il 17%.

d) assicura appena il 51% della razione di calcio, valutata a gr. 1,2 per individuo al giorno;

e) lascia scoperto un certo fabbisogno di acido ascorbico (27%), una piccola percentuale di riboflavina e il 60% di vitamina A.

Ebbene, tali e tante deficienze della razione alimentare non investono solo il problema di un miglioramento qualitativo. Epperò, il fattore nutrizionale nei riguardi dei vegetali, entra doppiamente in giuoco in quanto coefficiente di più elevate produzioni e, ad un tempo, di alimenti più ricchi in principi biogeni e quindi a maggiore valore fisiologico. Includo tra questi principi anche gli elementi micronutritivi la cui unica fonte di approvvigionamento sono i vegetali e il cui fabbisogno, anche se difficilmente valutabile, è una realtà tanto che per certe loro carenze è possibile che insorgano severi quadri morbosi (deficienza di jodio, fluoro, cobalto, ecc.).

Ma su tale questione, ben dicevo, non compete a me dilungarmi nè entra, d'altronde, nell'assunto della presente Relazione.

* * *

E concludo segnando i seguenti punti fondamentali.

1° - Il fattore nutrizionale riveste nei vegetali una grande importanza non solo agli effetti del miglioramento quantitativo dei prodotti, ma anche agli effetti qualitativi.

2° - Sotto questo punto di vista la tecnica della fertilizzazione dovrà meglio precisare l'azione dei singoli fertilizzanti avuto riferimento alla loro natura e combinazione chimica, variabile da pianta a pianta in ordine al risultato tecnico che si intende perseguire e altresì variabile con la natura del terreno.

3° - Ove lo stato nutrizionale delle piante non rispecchi tali esigenze sì che gli alimenti appaiano eccedenti, deficienti o non confacienti, insorgono turbe che si portano sulla produzione quantitativa come sulla produzione qualitativa.

4° - Tali turbe sono il riflesso di deviazioni citologiche, istologiche, fisiologiche, peraltro non sempre specifiche.

5° - Il fattore nutrizionale, oltre che direttamente, può incidere anche indirettamente in senso sfavorevole allorquando diminuisca le naturali difese della pianta sia contro le infezioni parassitarie che contro altre malattie non parassitarie; in senso favorevole quando invece e per le une e per le altre ne aumenti il grado di resistenza.

NOTA BIBLIOGRAFICA

L'A. si ritiene dispensato dal riportare una bibliografia di dettaglio, perchè troppo voluminosa.

Avverte tuttavia di avere tenuto presente quanto nelle seguenti Riviste:

Ann. Agronomiques
Ann. of Applied Biology
Ann. of Botany
Ann. de la Soc. Agronomique
Biochemische Zeitschrift.
Die Ernärung der Pflanze
Journal of Agricultural Research
Plant Physiology
Plant and soil
Phytopathology
Soil Science
The Botanical Gazette
The Review of Applied of Mycology
ecc.